Е В Р О П Е Й С К И Й С Т А Н Д А Р Т

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ. КАПИЛЛЯРНЫЙ КОНТРОЛЬ

ЧАСТЬ 1. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ

EN 571-1:1997

Стандарт относится к капиллярному контролю в целях обнаружения дефектов, таких, как: трещины, плены, складки, поры, которые часто находятся на поверхности. Контроль применяется преимущественно к металлическим материалам, но может применяться и к другим материалам при условии, что эти материалы не изменяются под воздействием средств контроля и (или) не имеют пористую структуру. Примеры контролируемых изделий: отливки, поковки, сварные швы, керамика и т.д.

Данный стандарт не содержит указаний по критериям приемки и не содержит информации о качестве пенетрантов для конкретных применений и требований к приборам контроля.

Понятие «дефект» здесь не связано с оценкой надежности.

Методы определения и контроля основных свойств применяемого средства контроля содержатся в стандартах EN 571-2 и pr EN 571-3.

УКАЗАНИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТИ

Поскольку при капиллярном контроле часто используются вещества, опасные для здоровья, воспламеняющиеся и (или) легко испаряющиеся, следует соблюдать необходимые меры предосторожности.

Следует избегать длительного или повторяющегося контакта кожи или слизистых оболочек со средством контроля.

В соответствии с местными инструкциями рабочее место должно хорошо снабжаться воздухом, должна быть обеспечена вентиляция, необходимо выдерживать большое расстояние до источников тепла, искр и пламени.

Средства для капиллярного контроля, а также соответствующие приборы и установки должны использоваться строго в соответствии с указаниями их изготовителя.

При применении ультрафиолетового излучателя следует позаботиться о том, чтобы в глаза контролера не попадало прямое нефильтрованное ультрафиолетовое излучение.

Независимо от того, имеется ли фильтр ультрафиолетового излучения для ультрафиолетовой лампы или для отдельных частей ультрафиолетовой установки, всегда следует соблюдать безопасное расстояние до нее.

При контроле необходимо соблюдать правила безопасной эксплуатации оборудования, хранения материалов, нормы защиты окружающей среды и т.п.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Персонал

Капиллярный контроль должен производиться специально обученным персоналом. При необходимости по соглашению между договорными сторонами в соответствии со стандартами EN 473 или по системе национальной сертификации персонала нужно следить за квалификацией и сертификацией персонала, осуществляющего неразрушающий контроль.

Описание способа контроля

Перед началом капиллярного контроля контролируемая поверхность должна быть очищена и высушена. Затем на контролируемую поверхность наносят пенетрант, который проникает в открытые дефекты, выходящие на поверхность. По истечении необходимого промежутка времени излишний пенетрант удаляют с поверхности и наносят проявитель. Проявитель вытягивает пенетрант, проникший в дефект, и тем самым создает видимые усиленные индикаторные рисунки дефекта.

Если необходимо применять дополнительно другие методы неразрушающего контроля, то капиллярный контроль следует проводить в первую очередь, если нет иного соглашения, для того чтобы загрязнения не попадали в открытые дефекты. Если капиллярный контроль применяется после другого метода неразрушающего контроля, то контролируемая поверхность перед капиллярным контролем должна быть прогрета и тщательно очищена от остатков предыдущего контроля.

Этапы контроля

В приложении А приведены различные этапы контроля для общего случая. Имеются следующие этапы в процессе контроля в общем случае:

а) подготовка и предварительная очистка;
б) нанесение пенетранта;
в) промежуточная очистка;
г) процесс проявления;
д) контроль;
е) составление протокола;
ж) окончательная очистка.

Эффективность контроля

Эффективность капиллярного контроля зависит от многих факторов:

а) типа средства контроля и аппаратов контроля;
б) обработки и свойств контролируемой поверхности;
в) контролируемого материала и ожидаемых дефектов;
г) температуры контролируемой поверхности;
д) длительности воздействия пенетранта и проявителя;
е) условий осмотра и т. д.

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ, ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ И СИСТЕМА ОБОЗНАЧЕНИЙ

Методы капиллярного контроля

В капиллярном контроле применяются различные методы.

Одним из методов является комбинация следующих материалов контроля: индикаторного пенетранта, очистителя и проявителя.

Можно использовать только разрешенные, проверенные на эталонах по стандарту pr EN 571-2 материалы контроля. При этом пенетрант и материалы для промежуточной очистки должны быть от одного и того же изготовителя.

Материалы

Материалы контроля приведены в таблице.

Таблица

Способы контроля

Пенетрант		Промежуточный очиститель		Проявитель	
Тип	Наименование	Способ контроля	Наименование	Вид	Наименование
I	Флуоресцирующий пенетрант	A	Вода	a	Сухой проявитель
		B	Липофильный эмульгатор: 1) эмульгатор на масляной основе; 2) промывка погружением	b	Мокрый проявитель на основе воды, водорастворимый
II	Цветной пенетрант			c	Мокрый проявитель на основе воды, в виде суспензии
		C	Растворимое средство (жидкая фаза)	d	Мокрый проявитель на основе растворителя
III	Флуоресцирующий цветной пенетрант	D	Гидрофильный эмульгатор: 1) с предварительной промывкой; 2) эмульгатор (водосмываемый); 3) с окончательной промывкой	e	Мокрый проявитель на основе воды или растворителя для специального применения (например, вытягивающий проявитель)
		E	Вода или растворитель		

Примечание. Для специальных случаев нужны дефектоскопические материалы, которые должны удовлетворять особым требованиям относительно воспламеняемости, содержания серы, галогенов, натрия и других загрязнений в случае контроля объектов, подверженных коррозии (см. pr EN 571-2).

Чувствительность

Класс чувствительности пенетранта должен быть определен с помощью эталонного образца 1 по стандарту pr EN 571-3. Установленный класс служит только для пенетранта, который разрешается проверять на данном эталоне.

Система обозначений

Допустимый тип пенетранта, применяемый для капиллярного контроля, снабжается маркировкой, в которой указывается тип, способ и дефектоскопический материал, а также номер класса чувствительности, который определен с помощью эталонного образца 1 по стандарту pr EN 571-3.

Пример

Допустимый тип пенетранта с флуоресцирующим пенетрантом (I), с использованием воды в качестве промежуточного очистителя (A), с сухим проявителем (a) и с классом 2 чувствительности имеет обозначение по стандартам EN 571-1 и pr EN 571-2: Тип пенетранта EN 571-1-IAa-2.

СОВМЕСТИМОСТЬ ДЕФЕКТОСКОПИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ С МАТЕРИАЛОМ ОБЪЕКТА КОНТРОЛЯ

Общие положения

Дефектоскопические материалы должны быть совместимы с материалом объекта контроля и не должны влиять на его свойства при дальнейшей эксплуатации.

Совместимость дефектоскопических материалов

Дефектоскопические материалы применяемого способа контроля должны быть совместимы друг с другом.

Пенетранты различных изготовителей нельзя смешивать при проведении капиллярного контроля.

Совместимость дефектоскопических материалов с контролируемым объектом

В большинстве случаев совместимость дефектоскопических материалов предварительно должна быть оценена с помощью теста на коррозию по стандарту pr EN 571-2.

Ввиду того что химические и физические свойства некоторых неметаллических материалов могут изменяться под воздействием дефектоскопических материалов капиллярного контроля, необходимо убедиться перед контролем в совместимости дефектоскопических материалов и материала объекта контроля.

В тех случаях, когда могут появиться загрязнения, важно убедиться, что дефектоскопические материалы не оказывают никакого вредного влияния на горючие, смазочные материалы, гидравлические жидкости и т. д.

При контроле материалов, которые контактируют с ракетной смазкой (ей покрываются все детали с возгораемыми трущимися частями, воспламеняющиеся материалы), кислородного оборудования или ядерных установок совместимости дефектоскопических материалов необходимо уделять особое внимание.

Если после окончательной очистки дефектоскопические материалы остаются на контролируемой детали, возникает возможность коррозии, например коррозии напряжения или усталостной коррозии.

ВЫПОЛНЕНИЕ КОНТРОЛЯ

Письменные указания по контролю

Если совместимость согласована, то до начала выполнения капиллярного контроля должны быть составлены и одобрены письменные указания по контролю.

Подготовка и предварительная очистка поверхности

Если необходимо, загрязнения, такие, как окалина, ржавчина, масло, жир или лак, должны быть удалены механической или химической предварительной очисткой или комбинацией этих способов. Предварительная очистка должна обеспечить удаление с контролируемой поверхности различных осадков и возможность проникновения пенетранта в любой поверхностный дефект. Очистка поверхности должна быть достаточной, чтобы на результаты контроля не влияло состояние поверхностей, расположенных рядом с контролируемой областью.

Механическая предварительная обработка

Окалина, шлак, ржавчина и т. д. должны удаляться подходящими способами, например щеткой, наждаком, шлифованием, сушкой, очисткой струей воды под большим давлением и

т. д. Эти способы устраняют загрязнения наружной поверхности, но в общем случае непригодны для устранения загрязнений из поверхностных дефектов. Во всех случаях, в особенности при сушке, нужно обращать внимание на то, чтобы поверхностные дефекты не оказались закрытыми из-за уплотнения наружной поверхности или затирания. В случае необходимости на последнем этапе должно производиться травление с последующим промыванием и сушкой, чтобы обеспечить выход дефектов на поверхность.

Химическая предварительная очистка

Химическая предварительная очистка должна производиться с применением пригодных для этого химических чистящих средств, чтобы удалить загрязнения, такие, как жир, масло, краска или остатки от травления.

Остатки от предварительной химической очистки могут реагировать с пенетрантом и сильно влиять на его чувствительность. Кислоты и хроматы уменьшают флуоресценцию флуоресцирующих пенетрантов и влияют на цвет цветных пенетрантов. Поэтому химические средства должны удаляться с контролируемой поверхности после процесса предварительной очистки пригодными для этого способами, включая промывание водой.

Сушка

В качестве последнего этапа предварительной очистки контролируемый объект должен полностью высушиваться так, чтобы ни вода, ни растворитель не оставались на наружной поверхности.

НАНЕСЕНИЕ ПЕНЕТРАНТА

Методы нанесения

Пенетрант можно наносить на контролируемый объект разбрызгиванием, кистью, поливом или погружением.

Необходимо следить, чтобы контролируемая поверхность в течение всего времени воздействия пенетранта была полностью покрыта им.

Температура

Для обеспечения проникновения пенетранта в дефекты температура должна находиться в диапазоне от 10 до 50 °С. В определенных случаях температура может снижаться до 5 °С.

При температуре ниже 10 °С и выше 50 °С должны применяться системы пенетрантов и способы применения пенетрантов, которые специально для этой цели разрешены в соответствии со стандартом pr EN 571-2.

Примечание. В области низких температур имеется особенная опасность конденсации воды на контролируемой поверхности и в поверхностных дефектах; такая вода препятствует проникновению пенетранта в поверхностные дефекты.

Длительность воздействия пенетранта

Необходимая длительность воздействия пенетранта зависит от свойств пенетранта, температуры поверхности объекта контроля, материала контролируемого объекта и дефектов, которые нужно обнаружить.

Длительность воздействия пенетранта может находиться в диапазоне от 5 до 60 мин. Длительность воздействия пенетранта должна быть не меньше длительности воздействия пенетранта при определении чувствительности. В противном случае применяемая длительность воздействия пенетранта должна быть задана особыми указаниями по контролю. Пенетрант ни в коем случае во время его воздействия не должен подсушиваться.

ПРОМЕЖУТОЧНАЯ ОЧИСТКА

Общие положения

Нанесение веществ для предварительной очистки должно осуществляться таким образом, чтобы пенетрант не удалялся из поверхностных дефектов.

Вода

Избыточный пенетрант должен быть удален пригодным для этого способом, например обрызгиванием или протиранием влажной тканью. Следует обращать внимание на то, чтобы при промежуточной очистке не было механического воздействия на поверхность объекта контроля. Температура воды не должна быть выше 50 °С.

Растворитель

Как правило, излишний пенетрант должен быть удален сначала чистой безворсовой тканью. Затем производится очистка чистой тканью, смоченной растворителем. Любой другой способ очистки должен быть согласован, особенно тогда, когда очиститель, используемый для промежуточной очистки, непосредственно разбрызгивается на изделие.

Эмульгатор

Гидрофильный эмульгатор

Для удаления избыточного пенетранта с контролируемой поверхности пенетрант может быть сделан водосмываемым с помощью эмульгатора. Перед нанесением эмульгатора поверхность нужно промыть водой, с тем чтобы удалить большую часть избыточного пенетранта с контролируемой поверхности и тем самым обеспечить собственное действие эмульгатора, который наносится сразу после этого. Эмульгатор должен наноситься погружением или вспениванием. Концентрация и длительность воздействия эмульгатора должны определяться предварительно в соответствии с данными изготовителя. Нельзя превышать определенную длительность воздействия эмульгатора. После эмульгирования следует выполнить промывку.

Липофильные эмульгаторы (на основе масла)

Для удаления пенетранта после эмульгирования с контролируемой поверхности нужно сделать пенетрант водосмываемым, правильно подобрать поверхностно-активное вещество. Этого можно достичь погружением. Длительность воздействия эмульгатора должна определяться предварительно по данным изготовителя.

Эта длительность должна быть достаточной, чтобы промыванием водой удалить только избыточный пенетрант с контролируемой поверхности. Длительность эмульгирования должна быть выдержана в соответствии с указаниями стандарта. Сразу после эмульгирования нужно произвести промывку.

Вода и растворитель

Сначала нужно удалить избыточный водосмываемый пенетрант водой, затем произвести очистку чистой безворсовой тканью, смоченной растворителем.

Проверка промежуточной очистки

Во время промежуточной очистки необходимо проверять контролируемую поверхность на наличие остатков пенетранта. При применении флуоресцирующего пенетранта проверку следует производить с помощью источника ультрафиолетового излучения. Минимальная освещенность ультразвуковым излучением на контролируемой поверхности не должна быть менее 3 Вт/м^2 (300 мкВт/м^2).

Если после промежуточной очистки местами появляется повышенный фон, то решение о дальнейших действиях должно поручаться специалисту.

СУШКА

Для быстрого высушивания большого количества воды нужно удалить капли и скопления воды с контролируемой детали. По возможности после применения проявителей на основе воды и удаления излишнего пенетранта необходимо быстрее просушить контролируемую поверхность одним из следующих способов:

а) вытиранием чистой сухой неволокнистой тканью;

б) испарением при температуре окружающей среды после погружения в горячую воду;

в) сушкой при повышенной температуре;

г) сушкой в потоке воздуха;

д) применением комбинации способов а–г.

Если применяется сушка в потоке воздуха под давлением, то следует обращать внимание, чтобы в воздухе не было воды и масла, а давление на контролируемой поверхности детали было по возможности низким.

Процесс сушки контролируемой поверхности нужно осуществлять таким образом, чтобы не происходило подсыхания пенетранта в поверхностных дефектах. Температура контроля при сушке не должна превышать 50 °С, если нет других указаний.

ПРОЦЕСС ПРОЯВЛЕНИЯ

Общие положения

Проявитель должен наноситься на контролируемую поверхность ровным тонким слоем. Проявитель нужно наносить как можно быстрее после промежуточной очистки.

Сухой проявитель

Сухой проявитель следует применять только с флуоресцирующим пенетрантом. Проявитель должен наноситься на контролируемую поверхность равномерно одним из следующих способов: напылением, электростатическим напылением или в вихревой камере. Контролируемая поверхность должна покрываться равномерно. Местные скопления недопустимы.

Мокрый проявитель в виде водной суспензии

Нанесение проявителя однородным тонким слоем должно производиться погружением в движущуюся суспензию или обрызгиванием с помощью аппарата, указанного в инструкции. Длительность погружения и температура проявителя должны соответствовать требованиям изготовителя. Для получения наилучших результатов длительность погружения должна быть как можно короче.

Деталь должна сушиться испарением и (или) обдувом в печи.

Мокрый проявитель на основе растворителя

Проявитель должен равномерно наноситься распылением так, чтобы контролируемая поверхность была равномерно смочена и образовалась тонкая и однородная пленка.

Мокрый проявитель на основе водного раствора

Равномерное нанесение проявителя должно достигаться погружением или распылением пригодным для этой цели аппаратом в соответствии с разрешенным способом. Длительность погружения и температура проявителя должны определяться специалистом с соблюдением

требований изготовителя. Погружение должно быть как можно более кратковременным для достижения наилучших результатов.

Деталь должна высушиваться испарением и (или) обдувом в печи.

Мокрый проявитель на основе воды или растворителя для специального применения (вытягивающий проявитель)

Если капиллярным контролем обнаруживается дефект, который должен быть реально зафиксирован, то проявление должно производиться следующим образом:

проявитель стирается чистой безворсовой тканью;

повторяется вышеописанный процесс капиллярного контроля до применения проявителя;

после удаления избыточного пенетранта и высушивания контролируемой поверхности наносится проявитель в соответствии с указаниями изготовителя;

по истечении рекомендуемой длительности проявления слой проявителя осторожно снимается. Поверхностные дефекты становятся видимыми на стороне слоя проявителя, который находился в контакте с контролируемым изделием.

Длительность проявления

Длительность проявления должна составлять от 10 до 30 мин. Увеличение длительности проявления допускается по согласованию между договорными сторонами. Длительность проявления начинается:

при применении сухого проявителя — сразу после его нанесения;

при применении мокрого проявителя — сразу после сушки.

ОСМОТР КОНТРОЛИРУЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Общие положения

Если возможно, то первый осмотр контролируемой поверхности начинается сразу после нанесения проявителя или соответственно после высушивания проявителя. Благодаря этому индикаторные рисунки лучше интерпретируются.

Окончательный контроль должен выполняться после завершения проявления.

В качестве вспомогательного средства для оптического контроля можно использовать увеличительные стекла или контрастно усиливающие очки.

Примечание. Диаметр, ширина и интенсивность индикаторных рисунков являются условными величинами.

УСЛОВИЯ РАССМОТРЕНИЯ

Флуоресцирующий пенетрант

Нельзя использовать фотохроматические очки.

Глаза контролера должны привыкать к темноте в испытательной кабине достаточное время, но не менее 5 мин.

Ультрафиолетовое излучение не должно попадать в глаза контролера. Все наружные рассматриваемые контролером поверхности не должны флуоресцировать.

В поле зрения контролера не должны находиться бумага или одежда, которые флуоресцируют под воздействием ультрафиолетового излучения.

Можно использовать общее ультрафиолетовое освещение, чтобы обеспечить контролеру свободное перемещение внутри испытательной кабины.

Рассмотрение контролируемой поверхности должно производиться, как это описано в стандарте pr EN 1956, с источником ультрафиолетового излучения при освещенности контролируемой поверхности не менее 10 Вт/м^2 (1000 мкВт/см^2).

Эти данные используются для контроля в затемненном месте помещений, в котором освещенность видимым светом ограничена и составляет не более 20 лк.

Цветной пенетрант

Контролируемая поверхность должна рассматриваться при дневном или искусственном свете при освещенности не менее 500 лк на контролируемой поверхности. При этом необходимо избегать отражений света.

ОКОНЧАТЕЛЬНАЯ ОЧИСТКА И ЗАЩИТА ПОВЕРХНОСТИ

Окончательная очистка

По окончании контроля окончательная очистка контролируемой поверхности нужна только в случаях, когда остатки проявителя могут влиять на дальнейшее применение проконтролированной детали.

Защита поверхности

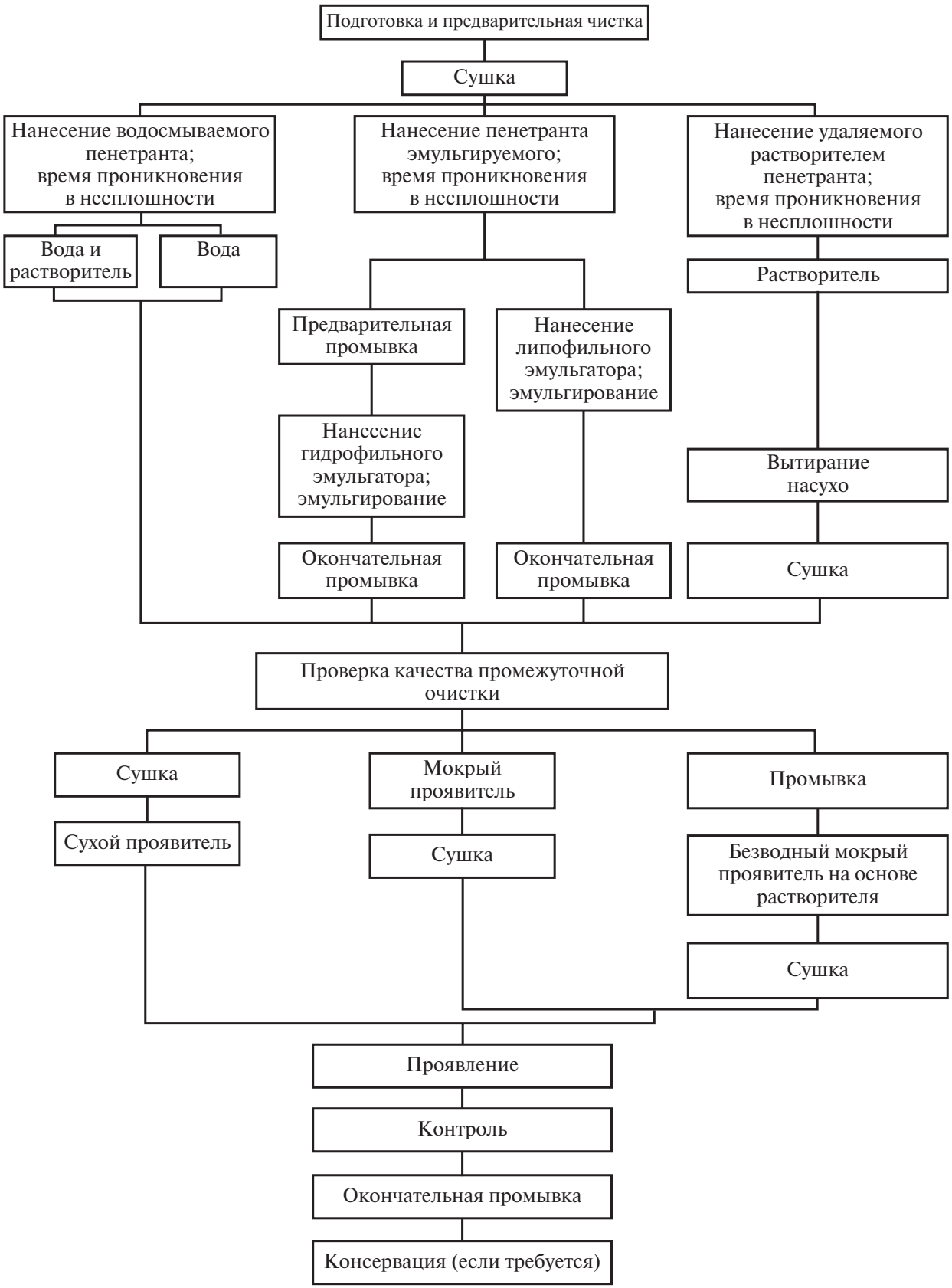
Если требуется, то должно наноситься антикоррозионное покрытие.

ПОВТОРНЫЙ КОНТРОЛЬ

При необходимости повторения контроля, например, из-за невозможности недвусмысленной оценки индикаторных рисунков весь процесс капиллярного контроля повторяется начиная с предварительной очистки.

При необходимости должны выбираться более благоприятные условия контроля. Использование других пенетрантов или подобных пенетрантов, но других изготовителей не допускается. В противном случае следует выполнять более основательную очистку контролируемой поверхности так, чтобы никаких остатков прежнего пенетранта в поверхностных дефектах не оставалось.

Протокол о контроле не составляется, если имеются письменные указания по проведению контроля, и результаты оформляются соответствующим образом.

Приложение А
Обязательное

Основные стадии капиллярного контроля